



“Año de la consolidación del Mar de Grau”

DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LAS COMUNIDADES DE CUNINICO Y SAN PEDRO - CUENCA DEL MARAÑÓN DEL DEPARTAMENTO DE LORETO, ENERO DEL 2016.

INFORME

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la diversidad geográfica, geológica, política, y etno-cultural así como la globalización y la ruptura de fronteras para el comercio, permite en la actualidad el desarrollo de una variedad de actividades económicas formales e informales (actividad minera, siderúrgica, metalúrgica, hidrocarburos, pesquería, agricultura, entre otras) que generan riesgos a la salud de origen ambiental y ocupacional.

Las comunidades de Cuninico y San Pedro tienen alrededor al Tramo I del Oleoducto Norperuano, que representa una de las principales actividades extractivas de la zona.

El 30 de Junio 2014 ocurrió el derrame de petróleo en Loreto en el Tramo I del Oleoducto Nor Peruano, en la localidad de Cumínico, distrito de Uraninas, Cuenca Marañón, provincia y departamento de Loreto. Ocasionando daño real a la flora y fauna y daño potencial la vida o salud humana. Según la OEFA se derramó una cantidad equivalente a 2358 barriles de petróleo, afectando a 87.000 metros cuadrados y sobre todo a la población, padeciendo diferentes enfermedades debido al consumo de agua contaminadas con petróleo¹.

La Organización Mundial de la Salud, señala que el plomo y mercurio, son metales pesados tóxicos para la salud de las personas, los cuales se pueden encontrar de manera natural ya que forman parte de nuestro planeta, y en diferentes actividades económicas desarrolladas por el hombre, puesto que al ingresar en el organismo se acumulan afectando diversos sistemas como el sistema nervioso central, hematopoyético. En caso del plomo, el mercurio, cadmio y arsénico, estos afectan principalmente los sistemas inmunitario, digestivo, la piel, los pulmones, riñones y ojos²⁻⁵. Se conoce que los niños son los más vulnerables a estas exposiciones, generando en el caso del plomo disminución del cociente intelectual, también afecta el proceso de aprendizaje y hay alteración de la conducta. En los adultos, la exposición a plomo puede presentar problemas de conducta, alteración de memoria a corto plazo y del aspecto emocional.

Es conocido que los metales pesados pueden afectar la salud pública ante casos de derrame de crudo como el acontecido en el 2014. Durante la visita del equipo CENSOPAS-INS y DIRESA LORETO el 13 de diciembre de 2015 los pobladores dieron cuenta de tal evento al equipo en mención cuando éste se encontraba realizando el estudio piloto “Niveles y factores de riesgo de exposición a metales pesados e hidrocarburos en los habitantes de las comunidades de las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto” y se tomó la decisión según acta de ese día para muestrear a las personas de las comunidades de Cuninico y San Pedro en una pronta visita en enero de 2016. Este informe detalla esta visita realizada y los resultados a 4 metales pesados (Plomo, Mercurio, Cadmio, Arsénico) evaluados en la zona.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

II. OBJETIVOS

General:

Determinar los niveles de exposición a cuatro metales pesados como el plomo, mercurio, arsénico y cadmio en las comunidades de Cuninico y San Pedro.

Específicos:

- Determinar los valores de metales pesados en función de las dos comunidades y de grupo etario.
- Determinar el grado de participación en las exposiciones al crudo y en la remediación y su relación con los valores de metales evaluados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Población de estudio

La población objetiva fueron los habitantes de las comunidades de Cuninico que cuenta con una población aproximada de 600 habitantes y San Pedro con 200 habitantes (Censo Poblacional – C.S 1-3 Maypuco) Río Marañón, distrito de Urarinas, Cuenca Marañón, provincia y departamento de Loreto.

3.2 Selección de la muestra.

Se invitó a toda la comunidad a participar por lo que logísticamente se tuvo materiales para todos. Las muestras se colectaron por conveniencia, de acuerdo a la llegada y la asistencia a la convocatoria en los días acordados con las comunidades.

3.3 Muestra

Hubo 132 participantes en total que acudieron al lugar de toma de muestra asignada en las comunidades, 03 de ellas se retiraron del muestreo durante la intervención quedando 129 participantes. De estos 129 participantes se obtuvo muestras de sangre para el dosaje de plomo y fueron colectadas 126 muestras de orina para el dosaje de arsénico, cadmio y mercurio.

Criterios de Inclusión

- Permanencia en el área de estudio por lo menos 6 meses
- Documento de Autorización Firmado: Consentimiento informado en el caso de mayores de edad, documento para padres y/o tutores de menores de edad, y Asentimiento informado para niños mayores de 10 años.

Criterios de Exclusión

- No Permanencia en el área de estudio menos de 6 meses
- No aceptar firmar el Consentimiento o Asentimiento Informado para participar en el estudio.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"

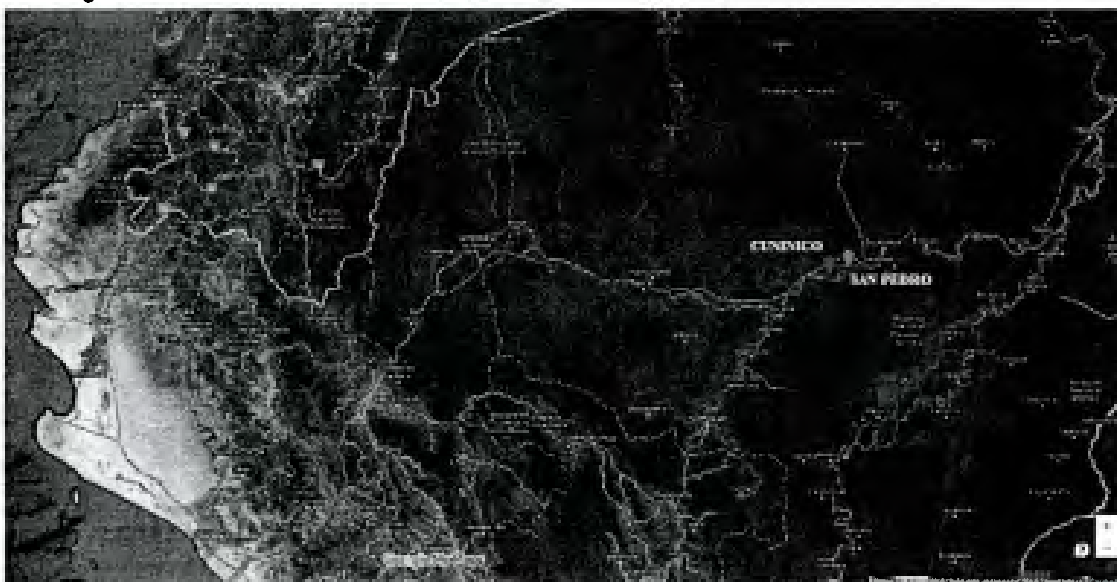
3.4 Procedimiento

a) Visita de reconocimiento a la zona de estudio

Hubo una primera visita en diciembre de 2015 como parte de un estudio principal en etapa piloto, donde se manifestó la necesidad de hacer un muestreo para metales pesados. Luego se coordinó previamente con una semana de anticipación a la intervención con el APU de las comunidades de Cuninico y San Pedro por vía telefónica para la intervención correspondiente a sus comunidades.

La realización de las actividades de la intervención fue a través del diálogo, en una reunión convocada a la población por la máxima autoridad APU o la persona que estaría representando a la comunidad, donde se informó el motivo de nuestra presencia, obteniendo la aceptación (firma) de la autoridad a través del Consentimiento Comunitario Informado para autoridades de las comunidades.

Figura 1. Zona de la Intervención.



b) Ejecución del estudio:

- Los días de realización del estudio de aplicación de encuesta y toma de muestra en campo fueron del 14 al 19 de enero de 2016.
- El 15 de Enero - 2016, con la autorización del agente municipal de Cuninico se brindó información científica respecto al dosaje de exposición a metales pesados y la importancia del consentimiento y el asentimiento informado. Acorde al acta firmada en diciembre de 2015.
- Se realizó el mismo procedimiento en la comunidad de San Pedro los días 17 y 18 de enero de 2016.
- Ya en cada comunidad, se procedió a la firma del Consentimiento Comunitario Informado a la autoridad de la comunidad, permitiendo la autorización de ingreso a la comunidad y



“Año de la consolidación del Mar de Grau”

finalmente el llenado de los formatos y firmado de Consentimiento Informado, Asentimiento Informado y Consentimiento Informado para padres.

- En los ambientes donde se ejecutaron las actividades se informó a cada participante y se procedió a la firma del consentimiento de la madre, padre y/o apoderado así como de los hijos con el Asentimiento informado para el menor de edad, para luego aplicar encuestas de acuerdo a una Ficha Epidemiológica individual, el cual consigno preguntas directas en los siguientes componentes: Datos personales, antecedentes personales Niños, antecedentes Ambientales y antecedentes de Salud.
- La toma y el manejo de las muestras biológicas se realizó cumpliendo la Norma Técnica N° 18 BIOSEGURIDAD EN LABORATORIOS DE ENSAYO, BIOMÉDICOS Y CLÍNICOS y cadena de frío correspondientes de acuerdo al protocolo PRT-CENSOPAS-010: Colección, Conservación, Almacenamiento, Transporte y Recepción de muestras biológicas para determinación de metales pesados, aprobado con Resolución Directoral N° 26-2013, de fecha 12 de julio de 2013.
- Las muestras colectadas fueron enviadas hacia el CENSOPAS vía aérea cumpliendo las disposiciones de bioseguridad y cadena de custodia aprobadas por el CENSOPAS.

c. Metodología de los análisis ejecutados.

La metodología que se empleó en el análisis de plomo en sangre y cadmio en orina fue la adoptada del Instituto Nacional de Seguridad en Higiene en el Trabajo de España, usando la cámara de grafito de espectrofotometría de absorción atómica. Para el caso del análisis de arsénico se utilizó la técnica de absorción atómica por generación de hidruros- FIAS, finalmente para la determinación de mercurio en orina se usó la técnica de espectrofotometría de absorción atómica en vapor frío MET-CENSOPASS-002.

Las regulaciones nacionales permiten reportar las concentraciones de metales en orina como tales o en función de un valor denominado corrección con creatinina, en esos casos se usa la creatinina en orina para lograr estandarizar la interpretación de los metales evaluados. La corrección con creatinina es frecuentemente aplicada a las medidas de metales en orina para corregirlas por variaciones naturales en el flujo urinario. Los metales pesados pueden variar de acuerdo a los rangos de flujo urinario, la corrección con creatinina provee mediciones más confiables y menos variables que cuando no se corrigen⁶. En los resultados se mencionan claramente cuando un cálculo usó este valor donde se le denomina internacionalmente como corrección (normalización) por creatinina.

Se debe tomar en consideración que la muestra colectada en este estudio fue una orina puntual, la cual no representa lo que sucede las 24 horas de un día, por ello es correcto hacer un re-cálculo en función a la creatinina.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

d. Elaboración del Informe Final

Este informe final y los resultados luego de ser emitidos han sido entregados en sobre cerrado a la Dirección Regional de Salud - Loreto, quien es la autoridad responsable de la entrega a cada poblador al que se le realizó el muestreo. El compromiso por parte del CENSOPAS.

3.5 Análisis y procesamiento de los datos obtenidos

Para el procesamiento de los datos (ficha epidemiológica y resultados de laboratorio) fue realizado empleando el software estadístico STATA V12.0. Se realizó un análisis descriptivo: cálculo de frecuencias absolutas, relativas, medidas de tendencia central (media y desviación estándar) en función al tipo de comunidad evaluada y rangos de edad.

IV. RESULTADOS

Para todas las tablas se tomaron los rangos de referencia nacionales aprobados por resolución ministerial según la tabla 3. Se ha asumido que la población evaluada cae en la categoría de no expuesta, cuyos rangos de referencia son más bajos que los de una población expuesta ocupacionalmente, asimismo se asume que los evaluados son una población no fumadora para la interpretación de los valores de Cadmio.

4.1 Características de la Población

Del total de encuestados, el 87% pertenecieron a Cuninico y el 13% a San Pedro, no se obtuvieron muestras de orina para el análisis de los metales en 3 pobladores de la comunidad de Cuninico, estas muestras no se colectaron debido a casos particulares (periodo menstrual, viaje). (Tabla 1)

De la comunidad de Cuninico, la mayor cantidad de pobladores pertenece al pueblo de Achuar (91%) seguido por el pueblo Mestizo (6%) y por último el pueblo Kukama (3%). En la comunidad de San Pedro 16 pobladores pertenecen al pueblo de Urarina y solo 1 poblador al pueblo de Kukama. (Tabla 2)

4.2 Evaluación toxicológica

Plomo y Arsénico

Se encontraron 2 personas (niños) con valores de plomo en sangre fuera del rango de referencia: 1 niño de Cuninico y 1 de San Pedro (Tabla 4 y 6, Figura 2). En la tabla 9 se realizó un análisis para conocer los valores mínimos, máximos, medias, medianas y medidas de dispersión del plomo y ser cruzadas con otras variables, aquí se encontró que en Cuninico la mitad de los evaluados tienen valores inferiores a 2.3 µg/dL y en San Pedro inferiores a 3.35 µg/dL.

En cuanto a la concentración de arsénico en muestras de orina de los pobladores de las comunidades de

**“Año de la consolidación del Mar de Grau”**

Cuninico y San Pedro, ninguno superó el valor de referencia. (Tabla 4 y Figura 3). Asimismo al usar la interpretación de arsénico considerando la creatinina en orina, no se obtuvo algún caso fuera del rango de referencia (Tablas 12 y 13 y Figura 6). En la tabla 10 se realizó un análisis para conocer los valores mínimos, máximos, medias, medianas y medidas de dispersión del plomo y ser cruzadas con otras variables, aquí se encontró que en Cuninico la mitad de los evaluados tienen valores inferiores a 4.28 µg/L y en San Pedro inferiores a 3.5 µg/L.

*De aquí en adelante se describirán los resultados de todas las mediciones restantes realizadas en orina: Mercurio y Cadmio. Se describe la proporción de personas fuera del rango de referencia nacional usando la orina puntual, que fue la que se colectó y la proporción de casos cuando se usa el cálculo estandarizado que incluye una normalización (corrección analítica⁶) usando a la creatinina para ello, como lo establecen los protocolos nacionales e internacionales. La interpretación de cada resultado en la entrega de resultados debe hacerse usando estos datos mostrados y consideraciones.

Mercurio

Se encontraron 73 (67%) personas de la comunidad de Cuninico y 10 (59%) personas de la comunidad de San Pedro que presentaron niveles superiores a los rangos referenciales. (Tabla 5, Figura 4).

Del total de pobladores con niveles mayores a los valores referenciales de mercurio en orina, se observó que el mayor porcentaje correspondió a adultos (42%), seguido por los niños (24%), adolescentes (13%), adultos jóvenes (11%) y finalmente adultos mayores (10%). (Tabla 7)

En la tabla 12 se realizó un análisis para conocer los valores mínimos, máximos, medias, medianas y medidas de dispersión del mercurio y ser cruzadas con otras variables, aquí se encontró que la concentración máxima se halló en Cuninico con 42.73 µg/L, y en la comunidad de San Pedro el máximo valor hallado fue 15.62 µg/L.

Al calcular usando el método estandarizado donde se usa la creatinina como normalizador, se observa que hay el 45% de personas (n=45) en Cuninico por encima del rango referencial, asimismo hay un 85% de personas en San Pedro (n=12) por encima del rango de referencia. (Tabla 13, figura 7)

Al realizar el mismo análisis anterior sobre rangos de edad versus las concentraciones de mercurio corregidas en orina se obtiene que el grupo etario con más proporción de valores fuera del rango de referencia para mercurio son los adultos seguidos sin mucha diferencia de los niños; en ambos casos muy cercano al 37% del grupo de edad mencionada. (Tabla 14).

Cadmio

Hubieron 71(65%) personas de la comunidad de Cuninico y 13 (76%) personas de San Pedro que presentaron niveles superiores a los rangos referenciales. (Tabla 5, figura 5).

Del total de pobladores con niveles mayores a los valores referenciales de cadmio en orina, se observó que el mayor porcentaje correspondió a adultos (51%), seguido por los niños (17%), adultos jóvenes (12%), adolescentes (11%), y finalmente adultos mayores (9%). (Tabla 7)



“Año de la consolidación del Mar de Grau”

En la tabla 11 se realizó un análisis para conocer los valores mínimos, máximos, medias, medianas y medidas de dispersión del plomo y ser cruzadas con otras variables, aquí se encontró que la concentración máxima se halló en Cuninico con 6.76 µg/L, y en la comunidad de San Pedro el máximo valor hallado fue 4.53 µg/L.

Al calcular usando el método estandarizado donde se usa la creatinina como normalizador, se observa que hay el 15% de personas (n=15) en Cuninico por encima del rango referencial, asimismo hay un 29% de personas en San Pedro(n=4) por encima del rango de referencia. (Tabla 14, figura 8)

Al realizar el mismo análisis anterior sobre rangos de edad versus las concentraciones de mercurio corregidas en orina se obtiene que el grupo etario con más proporción de valores fuera del rango de referencia para cadmio son los adultos seguidos de los niños; representando cada una casi la tercera parte del grupo de edad mencionada. (Tabla 14).

4.3 Relación con exposición previa

La tabla 8 presenta los resultados del total de pobladores (Cuninico y San Pedro) que superaron los valores referenciales para mercurio y cadmio en orina quienes respondieron sobre antecedente previo de exposición a petróleo crudo. Estos datos presentados en la tabla son en base a personas ≥ 12 años que probablemente realizaron trabajos de remediación y pueden así estar en contacto directo con petróleo crudo. Además según la encuesta ningún niño (<12 años) ha participado de algún trabajo relacionado a lo mencionado anteriormente, por lo que quedan excluidos de esta descripción.

Con todo ello se encontró que el grupo no expuesto (no haber tenido contacto directo con petróleo o haber realizado trabajos de remediación) representó la mayor proporción (66% - 70%) en la que se encontraron valores de mercurio o cadmio por encima del rango de referencia. Asimismo, los expuestos a petróleo o quienes realizaron trabajos de remediación en ambos casos mayor a seis meses representaron el 20% - 25% de los casos por encima de los rangos de referencia para mercurio y cadmio (Tabla 8). Estos resultados no tienen por objetivo encontrar una relación causal, que puede ser debida a diferentes factores, por ello solo se muestra una descripción de lo recolectado.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

V. CONCLUSIONES

- Se evaluaron las concentraciones de metales pesados a 129 personas, la comunidad de Cuninico fue donde se tuvo mayor cantidad de participantes (86.8%) con respecto a San Pedro (13.2%).
- No se encontró persona alguna expuesta a arsénico, según la determinación en orina tanto la directa como la corregida.
- Con respecto al plomo, se encontraron solo dos casos por encima del valor de referencia. Estas dos muestras fueron un niño en Cuninico de 7 años con 14.16 µg/dL de plomo y un niño de San Pedro de 9 años con concentración a plomo en sangre de 22.56 µg/dL.
- Según el criterio de cantidad de metal por gramo de creatinina, se encontró que el 50.54% de la población total evaluada poseía valores de mercurio por encima del rango de referencia, asimismo en el caso del cadmio se encontró que el 16.81% de todos los evaluados presentaron valores sobre el rango de referencia.
- Se encontró que las 2/3 partes de la población total evaluada ≥ 12 años a quienes se les detectaron niveles por encima del rango de referencia de mercurio y cadmio en orina sin corregir, mencionaron no haber estado en contacto directo con crudo o haber participado de tareas de remediación anteriormente. Los niños no realizaron ninguna de estas tareas. Este estudio no tiene intención de buscar causalidad por el tipo de exposición con los valores de metales encontrados, sino sólo mostrar los hallazgos.
- Se concluye que se ha detectado la presencia de dos de los cuatro metales pesados evaluados: Cadmio y Mercurio, en la orina en los pobladores de Cuninico y San Pedro.

VI. RECOMENDACIONES

- Brindar la visita médica por parte de las autoridades responsables y evaluar los casos puntuales según lista de resultados mostrados en este informe que se ha hará llegar con la Diresa-Loreto así como incluir en la evaluación una de tipo psicológica debido a las concentraciones de mercurio encontradas.
- Se recomienda evaluar nuevamente a estas comunidades post evaluación previa y entrega de sus resultados.
- Asimismo, en vista que este año se realizará el estudio de metales pesados en 4 cuencas mencionado en la introducción a cargo del CENSOPAS, se recomienda que estas personas sean incluidas en el estudio para que tengan así dos mediciones de su estado de salud.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

VII. ANEXOS.

Tabla 1. Distribución resumida de participantes encuestados y con medición de plomo, arsénico, mercurio y cadmio en la comunidad de Cuninico y San Pedro

Zona Evaluada	Plomo en sangre	Arsénico en orina	Mercurio en orina	Cadmio en orina
Cuninico	112 (86.8%)	109 (86.5%)	109 (86.5%)	109 (86.5%)
San Pedro	17 (13.2%)	17 (13.5%)	17 (13.5%)	17 (13.5%)
Total	129 (100%)	126 (100%)	126 (100%)	126 (100%)

Tabla 2. Distribución de pobladores de las comunidades de Cuninico y San Pedro según pueblo indígena al que pertenecen

PUEBLO INDÍGENA AL QUE PERTENECE	COMUNIDAD		TOTAL
	CUNINICO	SAN PEDRO	
Achuar	102 (91.07%)	0 (0%)	102 (79.07%)
Kukama	3 (2.68%)	1 (5.88%)	4 (3.1%)
Urarina	0 (0%)	16 (94.12%)	16 (12.4%)
Mestizo	7 (6.25%)	0 (0%)	7 (5.43%)
Total	112 (100%)	17 (100%)	129 (100%)

Tabla 3. Valores de referencia de metales pesados (Pb, As, Hg, Cd)

METAL	LÍMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO	VALORES DE REFERENCIA		RESOLUCIÓN MINISTERIAL QUE LO APRUEBA
		SIN CORRECCIÓN CON CREATININA	CON CORRECCIÓN CON CREATININA	
PLOMO EN SANGRE	2 µg/dL	<10 µg/dL (niños) <20 µg/dL (adultos)	N.A	R.M. 511-2007/MINSA
ARSENICO EN ORINA	2.5 µg/L	10-50 µg/L	<20 µg As /g creatinina	R.M. 389-2011/MINSA
MERCURIO EN ORINA	2.5 µg/L	<5 µg/L	<5 µg Hg/g creatinina	R.M. 757-2013/ MINSA
CADMIO EN ORINA	0.5 µg/L	<1 µg/L	<2 µg Cd/g creatinina	R.M. 757-2013/MINSA

N.A: No aplica



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Tabla 4. Distribución porcentual de pobladores según concentración de plomo en sangre y arsénico en orina.

Zona	Concentración de plomo en sangre ¹			Total	Concentración de arsénico en orina ³			Total
	N (%)				N (%)			
	<LCM ²				<LDM ⁴			
	(< 2 µg/dL)	(2 a <10 µg/dL)	(≥10 µg/dL)		(< 2.5 µg/L)	(2.5 a <10 µg/L)	(10 a <50 µg/L)	
Cuninico	27 (24.11%)	84 (75%)	1 (0.89%)	112 (100%)	27 (24.8%)	72 (66%)	10 (9.2%)	109 (100%)
San Pedro	5 (29.41%)	11 (64.71%)	1 (5.88%)	17 (100%)	4 (23.5%)	13 (76.5%)	0 (0%)	17 (100%)
Total	32 (24.81%)	95 (73.64%)	2 (1.55%)	129 (100%)	31 (24.6%)	85 (67.5%)	10 (7.9%)	126 (100%)

¹Guía de práctica clínica para el manejo de pacientes con intoxicación por plomo. RM 511-2007/MINSA.

²LCM = Límite de Cuantificación del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (cámara de grafito de espectrofotometría de absorción atómica). LCM del plomo = 2 µg/dL.

³Guía práctica clínica para el manejo del diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por Arsénico RM 389-2011/MINSA

⁴LDM = Límite de Detección del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (Generación de Hidruros. FIAS absorción atómica). LDM del arsénico en orina= 2.5 µg As/L.

Tabla 5. Distribución porcentual de pobladores según concentración de mercurio y cadmio en orina.

Zona	Concentración de mercurio en orina ¹			Total	Concentración de cadmio en orina ³			Total
	N (%)				N (%)			
	<LDM ²				<LDM ⁴			
	(< 2.5 µg/L)	(2.5 a <5 µg/L)	(≥5 µg/L)		(< 0.5 µg/L)	(0.5 a <1 µg/L)	(≥1 µg/L)	
Cuninico	12 (11%)	24 (22%)	73 (67%)	109 (100%)	3 (2.8%)	35 (32.1%)	71 (65.1%)	109 (100%)
San Pedro	3 (17.7%)	4 (23.5%)	10 (58.8%)	17 (100%)	1 (5.9%)	3 (17.6%)	13 (76.5%)	17 (100%)
Total	15 (11.9%)	28 (22.2%)	83 (7.9%)	126 (100%)	4 (3.2%)	38 (30.2%)	84 (66.6%)	126 (100%)

¹Guía práctica clínica para el manejo del diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por Mercurio. RM 757-2013/MINSA

²LDM = Límite de Detección del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (Espectrometría de absorción atómica en vapor frío. MET-CENSDPAS-002). LDM del mercurio en orina= 2.5 µg Hg/L.

³Guía práctica clínica para el manejo del diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por Cadmio. RM 757-2013/MINSA

⁴LDM = Límite de Detección del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (Espectrometría de absorción atómica por Homo de Grafito). LDM del cadmio en orina= 0.5 µg Cd/L.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Tabla 6. Distribución de grupo etario de pobladores de Cuninlco y San Pedro según concentraciones de plomo en sangre y concentraciones de arsénico en orina.

Grupo etario	Concentración de plomo en sangre ¹			Total	Concentración de arsénico en orina ³			Total
	LCM ²	N (%)			LDM ⁴	N (%)		
		(< 2 µg/dL)	(2 a <10 µg/dL)			(≥10 µg/dL)	(< 2.5 µg As/L)	
0-11 años (Niño)	4 (12.5%)	32 (33.68%)	2 (100%)	38 (29.46%)	10 (32.26%)	26 (30.59%)	1 (10%)	37 (29.37%)
12-17 años (Adolescente)	8 (25%)	9 (9.47%)	0 (0.00%)	17 (13.18%)	4 (12.9%)	10 (11.76%)	3 (30%)	17 (13.32%)
18-29 años (Adulto joven)	4 (12.5%)	9 (9.47%)	0 (0.00%)	13 (10.08%)	2 (6.45%)	9 (10.59%)	2 (20%)	13 (10.24%)
30-59 años (Adulto)	15 (15%)	37 (38.95%)	0 (0.00%)	52 (40.31%)	13 (41.94%)	34 (40%)	3 (30%)	50 (39.68%)
>60 años (Adulto mayor)	1 (3.13%)	8 (8.42%)	0 (0.00%)	9 (6.98%)	2 (6.45%)	6 (7.06%)	1 (10%)	9 (7.14%)
Total	32 (100%)	95 (100%)	2 (100%)	129 (100%)	31 (100%)	85 (100%)	10 (100%)	126 (100%)

¹Guía de práctica clínica para el manejo de pacientes con intoxicación por plomo RM 511-2007-MINSA. Según la guía, el manejo de casos solo se da para niños, gestantes con [plomo] >10 µg/dL y en adultos no expuestos ocupacionalmente con [plomo] >20 µg/dL.

²LCM = Límite de Cuantificación del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (cámara de grafito de espectrofotometría de absorción atómica). LCM del plomo = 2 µg/dL.

³Guía práctica clínica para el manejo del diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por Arsénico RM 389-2011/MINSA

⁴LDM = Límite de Detección del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (Generación de Hidruros, FIAS absorción atómica). LDM del arsénico en orina= 2.5 µg As/L.

Tabla 7. Distribución de edad de pobladores de Cuninlco y San Pedro según concentraciones de mercurio y cadmio en orina

Grupo etario	Concentración de Mercurio (Hg) en orina ¹			Total	Concentración de Cadmio (Cd) en orina ³			Total
	LDM ²	N (%)			LDM ⁴	N (%)		
		(< 2.5 µg Hg/L)	(2.5 a 5 µg Hg/L)			(> 5 µg Hg/L)	(< 0.5 µg Cd/L)	
0-11 años (Niño)	7 (46.67%)	10 (35.71%)	20 (24.10%)	37 (29.37%)	2 (50%)	21 (55.26%)	14 (16.67%)	37 (29.37%)
12-17 años (Adolescente)	4 (26.67%)	2 (7.14%)	11 (13.25%)	17 (13.49%)	1 (25%)	7 (18.42%)	9 (10.71%)	17 (13.49%)
18-29 años (Adulto joven)	2 (13.33%)	2 (7.14%)	9 (10.84%)	13 (10.32%)	0 (0.00%)	3 (7.89%)	10 (11.9%)	13 (10.32%)
30-59 años (Adulto)	2 (13.33%)	13 (46.43%)	35 (42.17%)	50 (39.68%)	1 (25%)	6 (15.79%)	43 (51.19%)	50 (39.68%)
>60 años (Adulto mayor)	0 (0.00%)	1 (3.57%)	8 (9.64%)	9 (7.14%)	0 (0.00%)	1 (2.63%)	8 (9.52%)	9 (7.14%)
Total	15 (100%)	28 (100%)	83 (100%)	126 (100%)	4 (100%)	38 (100%)	84 (100%)	126 (100%)

¹Guía práctica clínica para el manejo del diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por Mercurio. RM 757-2013/MINSA

²LDM = Límite de Detección del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (Espectrometría de absorción atómica en vapor frío. MET-CENSOPAS-002). LDM del mercurio en orina= 2.5 µg Hg/L.

³Guía práctica clínica para el manejo del diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por Cadmio. RM 757-2013/MINSA

⁴LDM = Límite de Detección del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (Espectrometría de absorción atómica por Homo de Grafito). LDM del cadmio en orina= 0.5 µg Cd/L.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Tabla 8. Exposición a metales pesados según contacto con petróleo y/o trabajos de remediación realizados en pobladores >12 años de las comunidades de Cuninico y San Pedro. *

Respuesta mencionada	¿Ha estado en contacto con petróleo crudo?		¿Ha realizado trabajos de remediación?	
	Hg≥5 µg/L	Cd≥1 µg/L	Hg≥5 µg/L	Cd≥1 µg/L
No (no expuesto)	40 (65.57%)	45 (66.18%)	43 (70.49%)	45 (66.18%)
Sí, en los últimos 2 semanas	0 (0%)	0 (0%)	1 (1.64%)	0 (0%)
Sí, en los últimos 6 meses	6 (9.84%)	6 (8.82%)	5 (8.2%)	6 (8.82%)
Sí, hace más de 6 meses	15 (24.59%)	17 (25%)	12 (19.67%)	17 (25%)
Total	61 (100%)	68 (100%)	61 (100%)	68 (100%)

*No se han analizado a los niños (<12 años) ya que las preguntas van enfocadas a si el encuestado hace trabajos de remediación y su manejo. Bajo esto, no se consideraron las columnas para plomo (a pesar de que solo hay 2 niños con niveles ≥10 µg/L) ni para arsénico (ningún participante tuvo valores fuera del rango de referencia, es decir fueron <50 µg/L).



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Tabla 9. Niveles de plomo en sangre según variables demográficas en las comunidades de Cuninico Y San Pedro.

Variable analizada	N	Concentración de plomo ($\mu\text{g/dL}$)						
		Mínima	Máxima	Media	Mediana	Desviación Estándar	CV%	Percentil 95
Sexo								
Hombre	68	(<LCM)	22.56	4	3.17	3.18	0.79	8.21
Mujer	61	(<LCM)	7.88	2.20	2	1.15	0.52	4.32
Grupo etario								
0-11 años (Niño)	38	(<LCM)	22.56	4	2.49	4	1	14.16
12-17 años (Adolescente)	17	(<LCM)	6.69	2.58	2	1.55	0.6	6.7
18-29 años (Adulto joven)	13	(<LCM)	4.37	2.58	2.45	1.02	0.4	4.37
30-59 años (Adulto)	52	(<LCM)	8.33	2.8	2.11	1.61	0.58	6.31
>60 años (Adulto mayor)	9	(<LCM)	7.75	3.5	2.56	2.18	0.62	7.75
Comunidad								
Cuninico	112	(<LCM)	14.16	2.91	2.3	1.88	0.64	6.7
San Pedro	17	(<LCM)	22.56	4.73	3.35	5.1	1.07	22.56
¿Ha estado en contacto directo con petróleo crudo?								
No tuvo contacto con petróleo	60	(<LCM)	7.75	2.52	2	1.5	0.6	6.28
Sí, en los últimos 6 meses	6	2.24	4.97	3.38	3.3	1	0.29	4.97
Sí, hace más de 6 meses	23	(<LCM)	8.33	3.4	3.13	1.82	0.54	6.48
¿Ha realizado trabajos de remediación?								
No realizó remediación	63	(<LCM)	7.75	2.48	2	1.47	0.6	5.88
Sí, en las últimas 2 semanas	1	3.96	3.96	3.96	3.96			3.96
Sí, en los últimos 6 meses	5	2.24	4.97	3.26	3.29	1.06	0.32	4.97
Sí, hace más de 6 meses	20	(<LCM)	8.33	3.64	3.33	1.82	0.5	7.4
Concentraciones de Pb en sangre								
<LCM*	32							
2 $\mu\text{g/dL}$ = <10 $\mu\text{g/dL}$	95	2	8.33	3.42	2.93	1.65	0.48	7.75
≥ 10 $\mu\text{g/dL}$	2	14.16	22.56	18.36	18.36	5.94	0.32	22.56

*LCM = Límite de Cuantificación del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (cámara de grafito de espectrofotometría de absorción atómica). LCM del plomo = 2 $\mu\text{g/dL}$.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Tabla 10. Niveles de arsénico en orina según variables demográficas en las comunidades de Cuninico Y San Pedro.

Variable analizada	N	Concentración de arsénico en orina ($\mu\text{g/L}$)						
		Mínima	Máxima	Media	Mediana	Desviación Estándar	CV%	Percentil 95
Sexo								
Hombre	68	(<LDM)	20.55	5.68	4.43	3.68	0.64	11.43
Mujer	58	(<LDM)	12.03	3.84	2.92	2.46	0.64	10.21
Grupo etario								
0-11 años (Niño)	37	(<LDM)	20.55	4.31	3.61	3.33	0.77	8.63
12-17 años (Adolescente)	17	(<LDM)	12.45	5.54	4.72	3.45	0.62	12.45
18-29 años (Adulto joven)	13	(<LDM)	11.43	6.42	6	3.25	0.5	11.43
30-59 años (Adulto)	50	(<LDM)	18.6	4.39	3.70	3.12	0.71	10.26
>60 años (Adulto mayor)	9	(<LDM)	10.28	5.82	6.72	3.43	0.59	10.28
Comunidad								
Cuninico	109	(<LDM)	20.55	5.04	4.28	3.46	0.69	10.92
San Pedro	17	(<LDM)	6.53	3.53	3.5	1.42	0.4	6.53
¿Ha estado en contacto directo con petróleo crudo?								
No tuvo contacto con petróleo	58	(<LDM)	18.6	4.88	3.93	3.44	0.7	12.03
Sí, en los últimos 6 meses	6	3.83	11.43	6.48	5.24	3.01	0.46	11.43
Sí, hace más de 6 meses	23	(<LDM)	10.28	5.35	5.19	2.94	0.55	10.26
¿Ha realizado trabajos de remediación?								
No realizó remediación	61	(<LDM)	18.6	5.09	4.12	3.5	0.68	10.92
Sí, en las últimas 2 semanas	1	6.01	6.01	6.01	6.01			6.01
Sí, en los últimos 6 meses	5	3.83	11.43	6.57	4.5	3.36	0.51	11.43
Sí, hace más de 6 meses	20	(<LDM)	9.32	4.8	3.94	2.65	0.55	9.10
Concentraciones de arsénico en orina								
<LDM*	31							
2.5 $\mu\text{g/L}$ a <10 $\mu\text{g/L}$	85	2.5	9.9	5	4.48	2	0.39	8.83
$\geq 10 \mu\text{g/L}$ a <50 $\mu\text{g/L}$	10	10.21	20.55	12.76	11.17	3.69	0.29	20.5

*LDM = Limite de Detección del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (Generación de Hidruros. FIAS absorción atómica). LDM del arsénico en orina= 2.5 $\mu\text{g As/L}$.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Tabla 11. Niveles de cadmio en orina según variables demográficas en las comunidades de Cuninico Y San Pedro.

Variable analizada	N	Concentración de cadmio ($\mu\text{g/L}$)						
		Mínima	Máxima	Media	Mediana	Desviación Estándar	CV%	Percentil 95
Sexo								
Hombre	68	(<LDM)	6.59	1.81	1.33	1.3	0.72	4.18
Mujer	58	(<LDM)	6.76	1.7	1.46	1.22	0.71	4.53
Grupo etario								
0-11 años (Niño)	37	(<LDM)	4.48	1.19	0.81	1.03	0.86	4.18
12-17 años (Adolescente)	17	(<LDM)	4.3	1.38	1.13	1.03	0.74	4.3
18-29 años (Adulto joven)	13	0.58	1.76	1.32	1.44	0.36	0.27	1.76
30-59 años (Adulto)	50	(<LDM)	6.76	2.23	1.84	1.38	0.61	4.75
>60 años (Adulto mayor)	9	0.5	4.02	2.79	3.36	1.2	0.43	4.02
Comunidad								
Cuninico	109	(<LDM)	6.76	1.77	1.42	1.3	0.73	4.3
San Pedro	17	(<LDM)	4.53	1.66	1.44	1.04	0.63	4.53
¿Ha estado en contacto directo con petróleo crudo?								
No tuvo contacto con petróleo	58	(<LDM)	6.59	1.96	1.62	1.24	0.63	4.53
Sí, en los últimos 6 meses	6	1.06	3.47	2.035	1.86	0.9	0.44	3.47
Sí, hace más de 6 meses	23	0.52	6.76	2.11	1.75	1.52	0.72	4.38
¿Ha realizado trabajos de remediación?								
No realizó remediación	61	(<LDM)	6.59	2	1.64	1.25	0.62	4.3
Sí, en las últimas 2 semanas	1	2.64	2.64	2.64	2.64			2.64
Sí, en los últimos 6 meses	5	1.06	3.47	1.91	1.63	0.95	0.5	3.47
Sí, hace más de 6 meses	20	0.52	6.76	2.02	1.74	1.55	0.76	5.57
Concentraciones de cadmio en orina								
<LDM*	4							
0.5 $\mu\text{g/L}$ a <1 $\mu\text{g/L}$	38	0.5	0.98	0.72	0.72	0.16	0.23	0.96
≥ 1 $\mu\text{g/L}$	84	1.02	6.76	2.3	1.78	1.22	0.53	4.48

*LDM = Limite de Detección del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (Espectrometría de absorción atómica por Homo de Grafito). LDM del cadmio en orina= 0.5 $\mu\text{g Cd/L}$.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Tabla 12. Niveles de mercurio en orina según variables demográficas en las comunidades de Cuninico Y San Pedro.

Variable analizada	N	Concentración de mercurio ($\mu\text{g/L}$)						
		Mínima	Máxima	Media	Mediana	Desviación Estándar	CV%	Percentil 95
Sexo								
Hombre	68	(<LDM)	35.97	8.19	6.76	6.14	0.75	21.7
Mujer	58	(<LDM)	42.73	7.84	6.62	6.86	0.87	23.58
Grupo etario								
0-11 años (Niño)	37	(<LDM)	42.73	7.62	6.3	7.94	1.04	27.65
12-17 años (Adolescente)	17	(<LDM)	11.56	5.63	5.86	3.16	0.56	11.56
18-29 años (Adulto joven)	13	(<LDM)	15.78	7.61	6.44	4.49	0.59	15.78
30-59 años (Adulto)	50	(<LDM)	24.9	8.25	7.6	5.16	0.62	21.73
>60 años (Adulto mayor)	9	3.55	35.97	13.58	11.16	10.3	0.76	35.97
Comunidad								
Cuninico	109	(<LDM)	42.73	8.14	6.55	6.75	0.83	23.58
San Pedro	17	(<LDM)	15.62	7.27	7.2	4.15	0.57	15.62
¿Ha estado en contacto directo con petróleo crudo?								
No tuvo contacto con petróleo	58	(<LDM)	23.58	7.3	6.88	4.12	0.56	13.48
Sí, en los últimos 6 meses	6	6.44	24.9	14.04	13.17	6.21	0.44	24.9
Sí, hace más de 6 meses	23	(<LDM)	24.73	7.53	6.23	5.72	0.76	21.73
¿Ha realizado trabajos de remediación?								
No realizó remediación	61	(<LDM)	24.73	7.64	6.97	4.65	0.6	13.48
Sí, en las últimas 2 semanas	1	12.09	12.09	12.09	12.09			12.09
Sí, en los últimos 6 meses	5	6.44	24.9	14.43	14.26	6.86	0.47	24.9
Sí, hace más de 6 meses	2	12.76	35.97	24.36	24.36	16.41	0.67	35.97
Concentraciones de cadmio en orina								
<LDM*	15							
2.5 $\mu\text{g/L}$ a <5 $\mu\text{g/L}$	28	2.5	4.95	3.5	3.44	0.77	0.22	4.83
$\geq 5 \mu\text{g/L}$	83	5.18	42.73	10.68	8.7	6.48	0.6	24.73

*LDM = Límite de Detección del Método, es la cantidad mínima de metal que es cuantificada por el método de análisis (Espectrometría de absorción atómica en vapor frío. MET-CENSOPAS-002). LDM del mercurio en orina = 2.5 $\mu\text{g Hg/L}$.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Tabla 13. Distribución porcentual de pobladores según concentración de arsénico, mercurio y cadmio en orina corregida por creatinina.

Zona	Concentración de Arsénico en orina corregida(normalizada) [†]		Concentración de Mercurio en orina corregida (normalizada) [†]				Concentración de Cadmio en orina corregida (normalizada) [†]	
	N (%)	Total	N (%)		Total	N (%)		Total
	(< 20 µg/g de creatinina)		(<5 µg/g de creatinina)	(≥5 µg/ g de creatinina)		(<2 µg/ g de creatinina)	(≥2 µg/ g de creatinina)	
Cuninico	99 (100%)	99 (100%)	54 (54.55%)	45 (45.45%)	99 (100%)	84 (84.85%)	15 (15.15%)	99 (100%)
San Pedro	14 (100%)	14 (100%)	2 (14.29%)	12 (85.71%)	14 (100%)	10 (71.43%)	4 (28.57%)	14 (100%)
Total	113 (100%)	113 (100%)	56 (49.56%)	57 (50.54%)	113 (100%)	94 (83.19%)	19 (16.81%)	113 (100%)

[†]Esta tabla se realizó en base a un cálculo matemático tomando en cuenta los niveles de creatinina en orina para lograr estandarizar su interpretación⁶, la cual también figura dentro de las normativas nacionales para estos metales evaluados.

La corrección con creatinina provee mediciones más confiables y menos variables que cuando no se corrigen.

Tabla 14. Distribución de edad de pobladores de Cuninico y San Pedro según concentraciones de arsénico, mercurio y cadmio en orina corregida.

Categoría de edad OMS	Concentración de Arsénico en orina corregida (normalizada) [†]		Concentración de Mercurio en orina corregida(normalizada) [†]				Concentración de Cadmio en orina corregida(normalizada) [†]	
	N (%)	Total	N (%)		Total	N (%)		Total
	(< 20 µg/g de creatinina)		(<5 µg/g de creatinina)	(≥5 µg/ g de creatinina)		(<2 µg/ g de creatinina)	(≥2 µg/ g de creatinina)	
Niño	34 (30.09%)	34 (30.09%)	13 (23.21%)	21 (36.84%)	34 (30.09%)	28 (29.79%)	6 (31.58%)	34 (30.09%)
Adolescente	13 (11.5%)	13 (11.5%)	9 (16.07%)	4 (7.02%)	13 (11.50%)	12 (12.77%)	1 (5.26%)	13 (11.50%)
Adulto joven	13 (11.5%)	13 (11.5%)	9 (16.07%)	4 (7.02%)	13 (11.50%)	12 (12.77%)	1 (5.26%)	13 (11.50%)
Adulto	45 (39.82%)	45 (39.82%)	23 (41.07%)	22 (38.6%)	45 (39.82%)	38 (40.43%)	7 (36.84%)	45 (39.82%)
Adulto mayor	8 (7.08%)	8 (7.08%)	2 (3.57%)	6 (10.53%)	8 (7.08%)	4 (4.26%)	4 (21.05%)	8 (7.08%)
Total	113 (100%)	113 (100%)	56 (100%)	57 (100%)	113 (100%)	94 (100%)	19 (100%)	113 (100%)

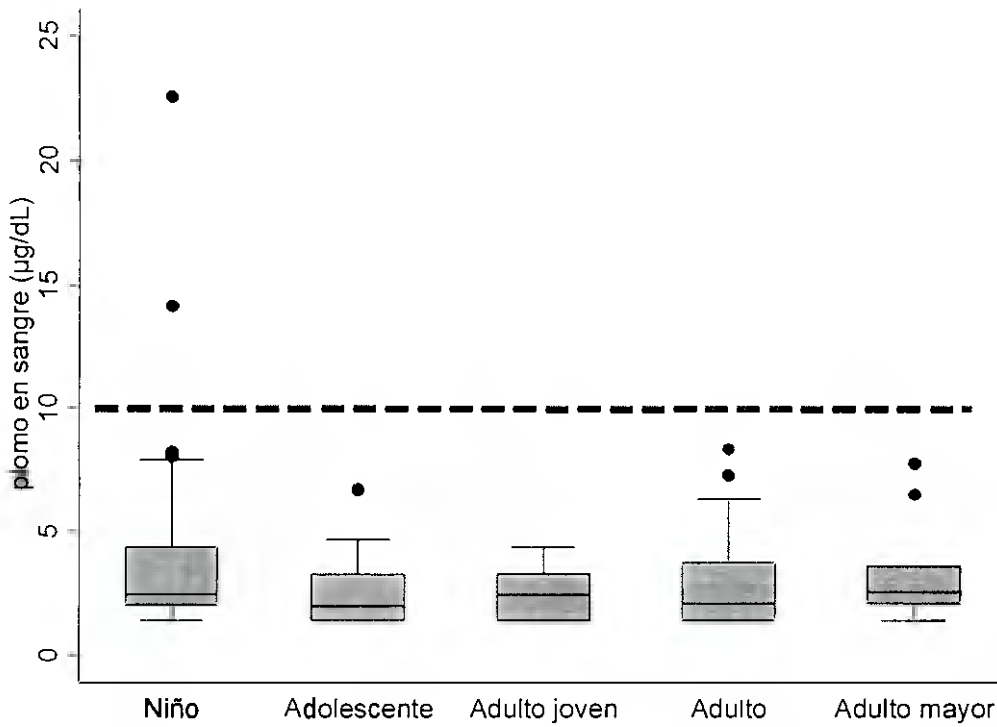
[†]Esta tabla se realizó en base a un cálculo matemático tomando en cuenta los niveles de creatinina en orina para lograr estandarizar su interpretación⁶, la cual también figura dentro de las normativas nacionales para estos metales evaluados.

La corrección con creatinina provee mediciones más confiables y menos variables que cuando no se corrigen.



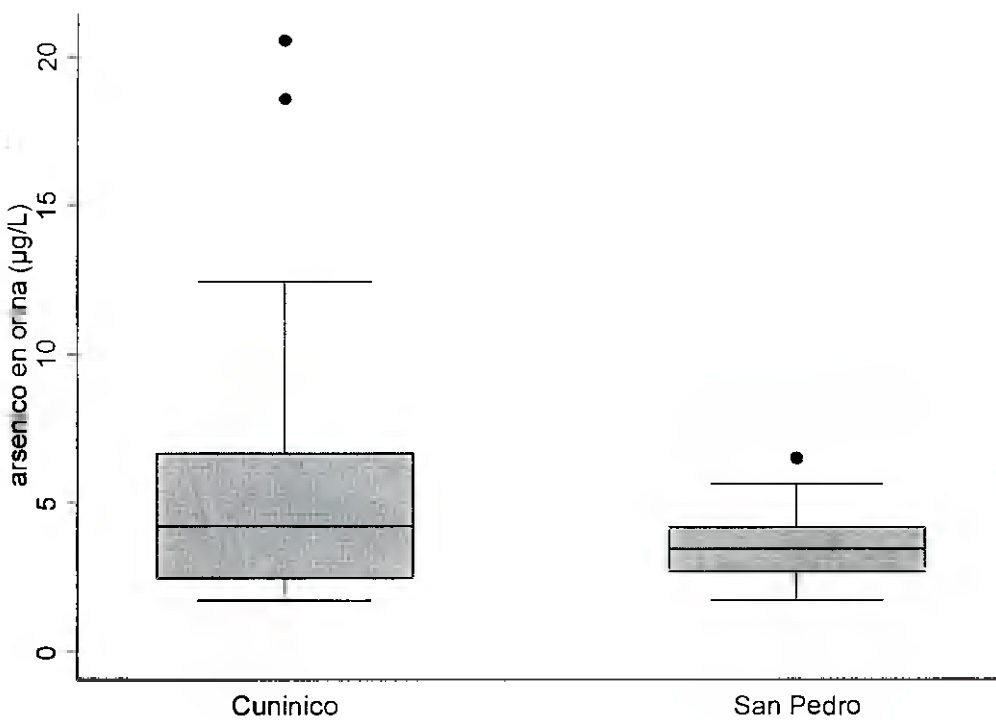
"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Figura 2. Concentración de plomo en sangre de acuerdo a categorías de edad.



* La línea punteada corresponde al valor de referencia.

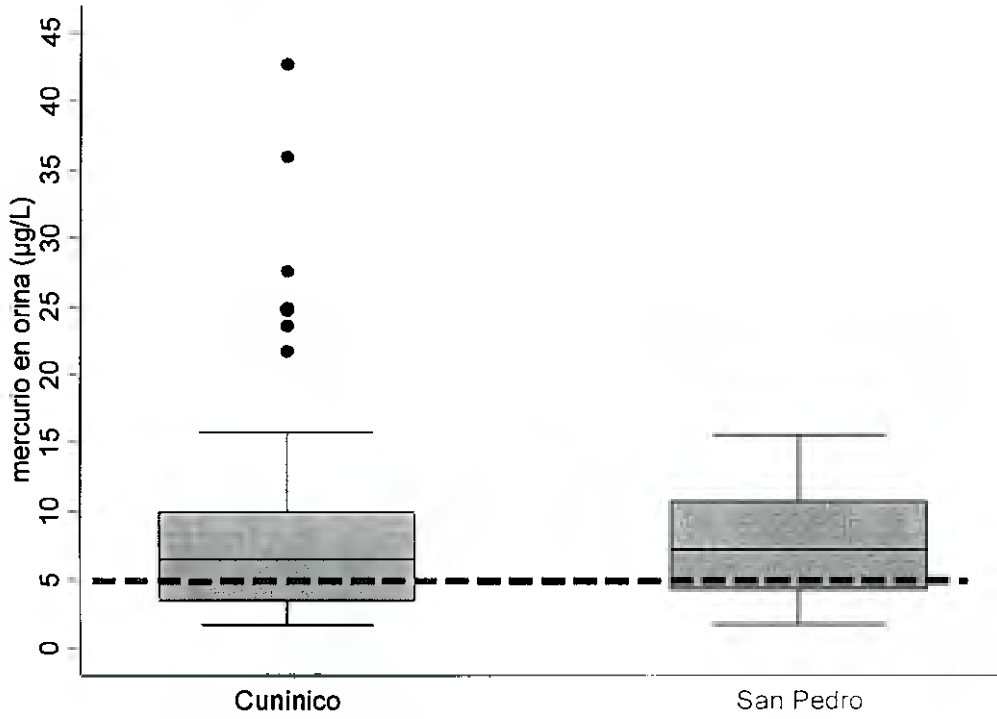
Figura 3. Concentración de arsénico en orina de acuerdo a comunidad evaluada.





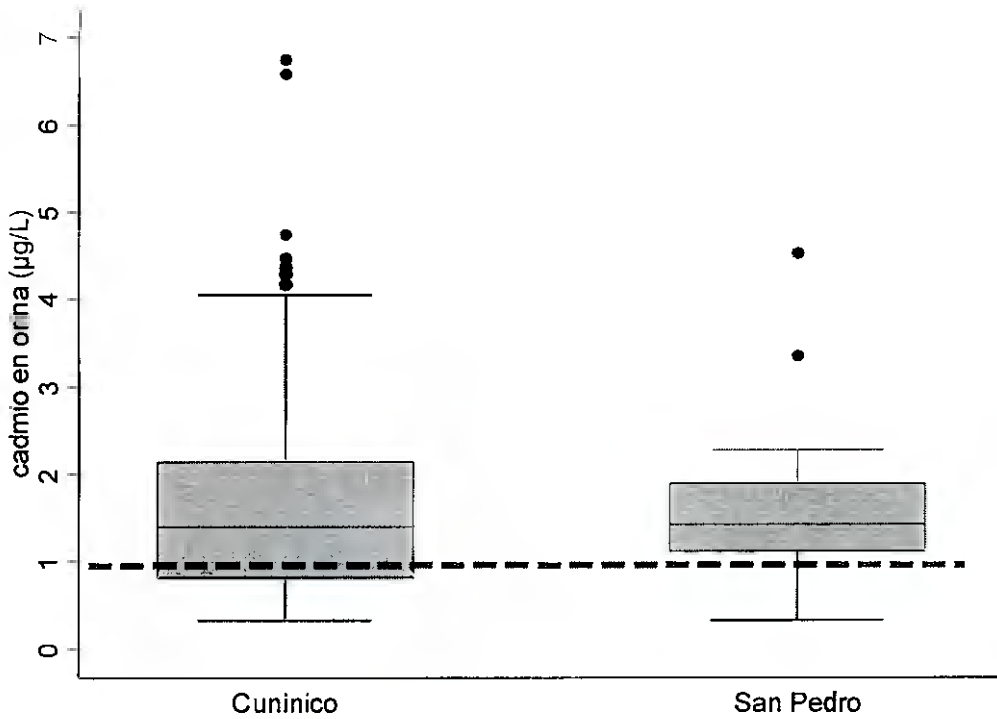
"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Figura 4. Concentración de mercurio en orina de acuerdo a comunidad evaluada.



* La línea punteada corresponde al valor de referencia.

Figura 5. Concentración de cadmio en orina de acuerdo a comunidad evaluada.



* La línea punteada corresponde al valor de referencia.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Figura 6. Concentración de arsénico en orina corregida⁶ de acuerdo a comunidad evaluada.

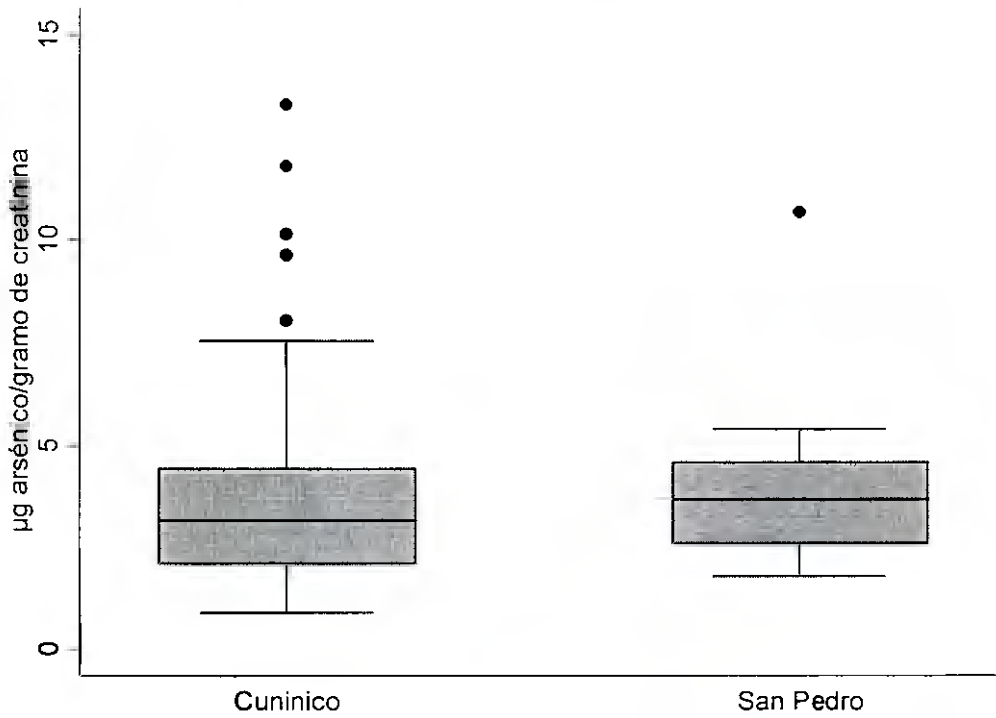
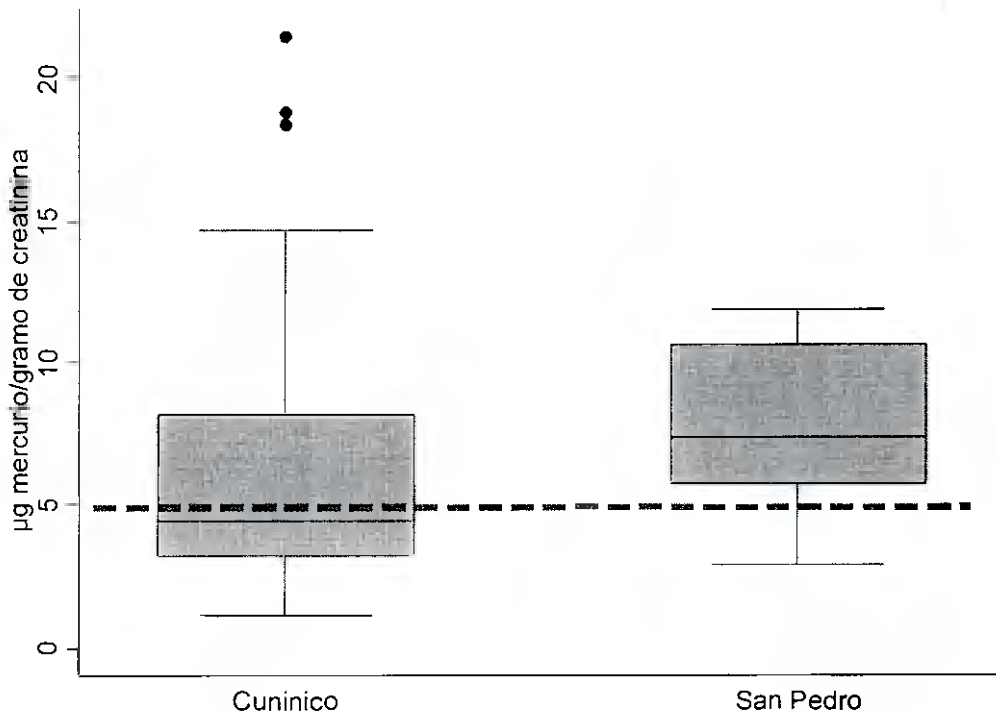


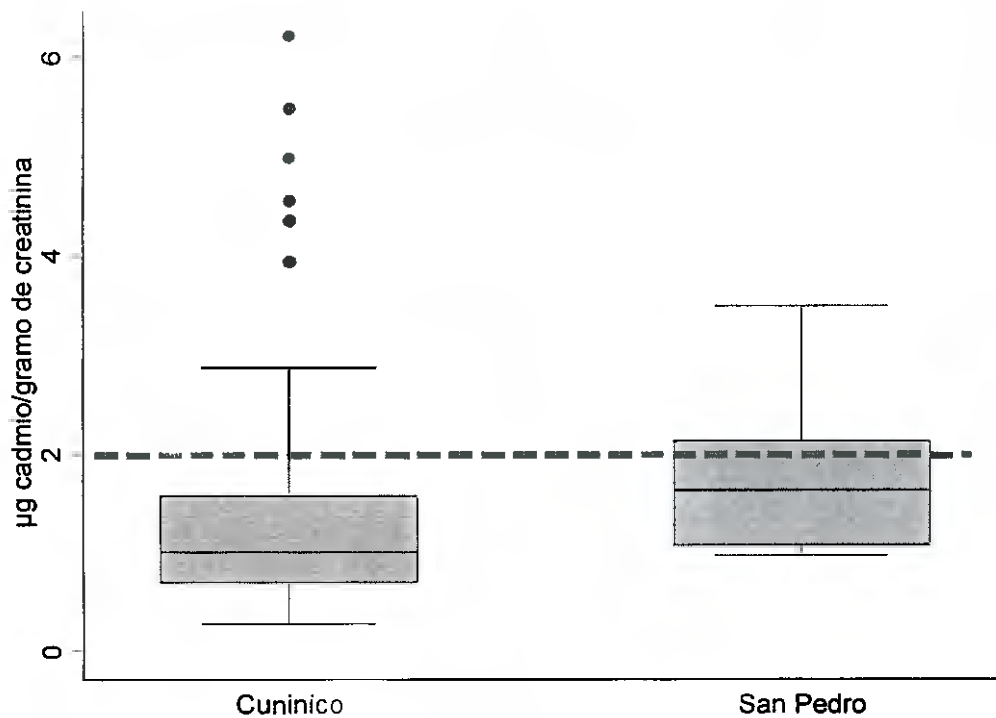
Figura 7. Concentración de mercurio en orina corregida⁶ de acuerdo a comunidad evaluada.



* La línea punteada corresponde al valor de referencia.

"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Figura 8. Concentración de cadmio en orina corregida* de acuerdo a comunidad evaluada.



* La línea punteada corresponde al valor de referencia.

***Fotografías de campo**

Explicación de motivo de visita a Cuninico y San Pedro.





"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"



Firma del consentimiento informado comunal por autoridades



Firma del consentimiento informado y consejería a participantes de la intervención.





"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Toma de muestras y pre-procesamiento de muestras.



VIII. EQUIPO DE TRABAJO

Personal DIRESA-LORETO en campo

- Lic. Enf. Patricia Pinchez Torres (C.S. Bellavista Nanay)
- Blgo. César Falcón Herbozo (Dirección de Salud Ambiental-Loreto)
- Tec. Lab. Nolberto Tangoa Rengifo (C.S. San Juan)
- Tec. Lab. Diego Alvan Sinarahua (C.S. Moronacocha)

Análisis de datos, redacción de informe

- Mg Antonio Flores Tumba (CENSOPAS-INS)

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Expediente Resolución Directoral N° 844-2015-OEFA/DFSAI Expediente N° 1306-2014-OEFA/DFSAI/PAS. 2015;(6).
2. Intoxicación por plomo y salud [Internet]. Nota descriptiva N°379. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>
3. OMS. Arsenico [Internet]. Nota descriptiva N° 372. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/>
4. OMS. Cadmio [Internet]. Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. Available from: http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/cadmium/es/
5. OMS. El mercurio y la salud [Internet]. Nota descriptiva N° 361. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/es/>
6. Bibudhendra Sarkar et. al. Heavy metals in the environment. 1°edition. New York US: Marcel Dekker Inc. .ISBN 0824706307 2002, pag. 466.

MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
CENSOPAS

Lic. TM JUAN ANTONIO FLORES TUMBA, MSc.
"C.M.F.P." 4880
D.E. Medicina y Fisiología del Trabajo Laboratorio Clínico